



Движение дымовых газов  
в рабочем пространстве

На данный момент создается гидродинамическая модель ванны печи с помощью программных средств Компас-3Д и Ansys. Это, в свою очередь, позволит рационально расположить комбинированные горелки по периметру печи;

увеличить переход углерода кокса в металлическую ванну; интенсифицировать теплоотдачу к расплаву в ванне и массообмен с газовой средой.

Разработанные алгоритмы, модели и программное обеспечение при их использовании на действующих дуговых сталеплавильных печах позволят положительно решить рассмотренные задачи по энергосбережению – электро-энергии, природного газа, кислорода, коксовой пыли.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИСПЫТАНИЙ ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Гайсин Р.А., Вавилов В.Е., Охотников М.В.*

*Уфимский государственный авиационный технический университет*

*[www.roma-cezar@rambler.ru](http://www.roma-cezar@rambler.ru)*

Обзор современных конструкций вентильных двигателей (далее ВД), проведенный в [1, 2], показал, что они являются хорошей альтернативой некоторым машинам постоянного тока и специальным асинхронным двигателям в современных системах перспективных транспортных средств и с успехом заменяют их во многих приложениях. Это обосновано большой перегрузочной способностью по моменту, высокой надежностью и быстродействием, а также абсолютно жесткой механической характеристикой, практически неограниченным диапазоном регулирования частоты вращения, наилучшими энергетическими и массогабаритными показателями.

Одной из основных перспективных тенденций в развитии современных вентильных двигателей является стремление производителя к интеграции в единый корпус с двигателем управляющей электроники. Поэтому актуальной задачей является разработка стенда для исследовательских испытаний вентильных двигателей (СИИВД), который, благодаря идеальному подбору различных компонентов привода, интерфейса для связи компонентов приводной системы, позволяет исследовать процессы в ВД, максимально приближаясь к интегрированному исполнению.

СИИВД предназначен для измерений параметров ВД, исследования принципа действия ВД и его системы управления, а также статистических и динамических характеристик. СИИВД является гибким, в конструктивном и

программном отношении, объектно-компонентным решением, ориентированного на заданный тип электромеханического агрегата. Имеет минимальные массогабаритные показатели. СИИВД позволяет решать следующие задачи: измерение параметров ВД (напряжения питания ВД, среднего потребляемого тока также фазных токов и напряжений, частоты вращения вала двигателя, вращающего момента), а также определение электромеханической постоянной времени, механической и электрической мощности, КПД двигателя; расчет и графическое отображение в реальном времени на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ) статических и динамических характеристик при различных режимах работы ВД (пуск, торможение, холостой ход, номинальный режим); осциллографирование фазных токов и напряжений ВД, а также сигналов датчика положения ротора; автоматизация работы стенда, повышение точности и быстродействия измерений за счет использования микропроцессорного управления основными блоками стенда; расширение диапазона мощностей исследуемых ВД (от 110 Вт до 1500 Вт).

Область применения СИИВД: исследовательские испытания при внедрении перспективного электропривода на базе ВД; проведение лабораторных работ «Исследование характеристик вентильных двигателей» по дисциплинам «Автоматизированный электропривод» и «Электрические машины». К стенду разработано руководство пользователя и методическое обеспечение. СИИВД состоит из приборного блока и электромеханического агрегата. Электромеханический агрегат включает исследуемый двигатель *BLZ364S-48V-3500* с номинальной мощностью 1 кВт и нагрузочное устройство, в качестве которого используется двигатель постоянного тока (ДПТ), работающий в режиме динамического торможения. Ротор ВД выполнен на основе постоянных магнитов – *Ne-Fe-B*, и имеет восемь полюсов. В составе датчика положения ротора, необходимого для коммутации ВД, используются датчики Холла.

Приборный блок (ПБ) СИИВД состоит из: Переключательной и пускорегулирующей аппаратуры; Блока питания; Драйвера ВД *MDC151-050601*; Электроизмерительных приборов; Электронного блока и графического ЖКИ. Внутри ПБ вмонтированы блок питания, нагрузочное устройство, драйвер ВД и плата электронного блока. На лицевой панели размещены электроизмерительные приборы, органы управления двигателем и нагрузочным устройством, ЖКИ, электрические разъемы, сигнальные лампы. Электрические разъемы предназначены для отключения силового кабеля питания и электромеханического агрегата. С помощью силового кабеля ПБ подключается к сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Блок питания *PSP-1500-48* фирмы *Mean Well* обеспечивает стабилизированное постоянное напряжение 48 В и развивает максимальную мощность 1,5 кВт [3]. Драйвер ВД *MDC151-050601* фирмы *Anaheim Automation* обладает основными функциями, которые необходимы для работы приборного блока: доступ к контуру скорости; наличие регулируемого замкнутого контура тока (драйвер снабжен поцикловым ограничением тока); возможность регулирования частоты вращения вала ВД; контроль частоты вращения; осуществление реверса и динамического торможения ВД; опциональное изменение времени разгона ВД.

Электронный блок представляет собой плату микроконтроллера, необходимую для управления ЖКИ фирмы *Winstar wg320240b* [4]. Для микроконтроллера авторами разработано специальное программное обеспечение. Переключатель «*Enable*» производит подключение и обесточивание двигателя, а «*Run/Stop*» в положении *Run* обеспечивает ускорение двигателя в течение выбранного времени (с помощью переключателей *Ramp Profile* возможно установить значение в 0,5 с, 1 с, 2 с, 4 с), в положении *Run/Stop* способствует динамическому торможению двигателя. Переключатель «*Direction Control*» производит реверс ВД. Сигнальная лампа «*Fault*» сигнализирует о неправильном порядке подключения датчиков Холла или фаз двигателя, а также о превышении тока. Частота вращения вала ВД плавно регулируется потенциометром «*Speed Control*». Статические и динамические характеристики снимаются как при разомкнутом, так и при замкнутом контуре скорости. Соответствующий режим выбирается переключателем «*Speed Loop*» на лицевой панели стенда. Режим разомкнутого контура скорости используется в тех случаях, когда скорость двигателя должна изменяться согласно изменениям нагрузки. В режиме замкнутого контура скорости драйвер, используя обратную связь с датчиков Холла, обеспечивает постоянство выбранной частоты вращения ВД, несмотря на изменение нагрузки. Для определения частоты вращения вала двигателя используется специальный выход контроля скорости драйвера ВД, который обеспечивает пульсирующий сигнал напряжением 5 В. Частота вращения двигателя, об/мин, отображается на экране ЖКИ. Вращающий момент вычисляется контроллером с помощью постоянной момента ВД ( $k_M$  [Н·м/А]) и тока, измеренного с помощью датчика тока. Характеристики СИИВД: потребляемая мощность 1350 Вт, вес 40 кг, габаритные размеры ПБ 480×420×250 мм.

Разработанный СИИВД позволяет автоматизировать процесс исследования статических и динамических характеристик ВД при различных режимах работы, при этом графики динамических процессов отображаются на графическом ЖКИ. Перспективной задачей является возможность создания на базе СИИВД виртуальной лаборатории.

### *Библиографический список*

1. Вентильные двигатели [Электронный ресурс]: Материалы сайта «*Anaheim Automation*» URL: <http://www.anaheimautomation.com>
2. Основные технические особенности вентильных двигателей [Электронный ресурс]: Материалы сайта «Мирпром» URL: <http://www.mirprom.ru>
3. AC/DC преобразователь: PSP-1500-15 – описание, документация [Электронный ресурс]: Материалы сайта «Компэл» URL: <http://catalog.compel.ru>
4. ЖКИ модуль WG320240B-TFB-TZ (Winstar) [Электронный ресурс]: Материалы сайта «Компэл» URL: <http://catalog.compel.ru>